



Name: _____

Abiturprüfung 2021

Biologie, Grundkurs

Aufgabenstellung:

Thema: Obst als Lebensraum

1. Skizzieren Sie auf Basis von Material A ein Nahrungsnetz und geben Sie begründend die zugehörigen Trophieebenen an (Material A). *(11 Punkte)*
2. Fassen Sie die in Tabelle 1 dargestellten Ergebnisse zusammen und erklären Sie auf dieser Basis die Bedeutung der Taupfliege für die Bäckerhefe (Materialien A und B). Beschreiben Sie die in Abbildung 1 dargestellten Ergebnisse und werten Sie diese im Hinblick auf die Bedeutung von Duftstoffen für die Vermehrung der Taupfliege aus (Materialien A und C). Prüfen Sie, inwiefern es sich bei der Beziehung zwischen Bäckerhefe und Taupfliege um eine Symbiose handelt (Materialien A bis C). *(27 Punkte)*
3. Geben Sie eine Definition für den Begriff Coevolution an. Fassen Sie die in Abbildung 2 dargestellten Ergebnisse zusammen (Material D) und diskutieren Sie auf Basis aller Materialien, inwiefern die Beziehung zwischen Taupfliege und Bäckerhefe auf Coevolution zurückzuführen ist (Materialien A bis D). *(16 Punkte)*

Zugelassene Hilfsmittel:

- GTR (Grafikfähiger Taschenrechner) oder CAS (Computer-Algebra-System)
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: _____

Material A: Lebensraum Weintrauben

Reife Weintrauben, die Früchte der Weinrebe (*Vitis vinifera*), sind für viele Organismen Nahrungsquelle und Lebensraum. Hefen, zu denen auch die Bäckerhefe (*Saccharomyces cerevisiae*) gehört, sind einzellige Pilze. Die Bäckerhefe kommt in der Natur vor allem auf Früchten vor. Im Herbst verbreitet sie sich rasch auf reifen, zuckerreichen Weintrauben. Sie vergärt den Zucker zur Energiegewinnung, wobei unter anderem Alkohol und verschiedene flüchtige Stoffe entstehen. Auch andere Pilze, wie etwa der Grauschimmelpilz (*Botrytis cinereum*) oder *Penicillium*-Arten, nutzen Weintrauben als Nahrungsquelle.

Die Taufliege (*Drosophila melanogaster*) ist weltweit verbreitet und lebt auf verschiedenen Früchten und anderem organischen Material. Ausgewachsene Taufliegen nutzen überreife und gärende Weintrauben als Nahrungsquelle und Substrat für die Eiablage. Die Fliegen und ihre Larven fressen nicht nur die Früchte, sondern auch die darauf vorkommende Bäckerhefe, die lebensnotwendige Aminosäuren, Fette und Vitamine enthält.

Schlupfwespen der Gattung *Leptopilina* können ein Ei in eine Taufliegen-Larve legen. Die geschlüpfte Wespenlarve frisst die Taufliegen-Larve von innen her und verlässt als ausgewachsene Wespe deren Hülle. Zebraspringspinnen (*Salticus scenicus*) jagen auf reifen und gärenden Weintrauben Insekten, die sie aus mehreren Zentimetern Entfernung anspringen und mit einem Giftbiss töten.

Material B: Verbreitung der Bäckerhefe auf Weintrauben

In einem Experiment wurden ausgewachsene Taufliegen verwendet, die im Labor gezüchtet worden waren und vor dem Versuch keinen Kontakt mit Bäckerhefe hatten. Diese Taufliegen wurden zu Versuchsbeginn entweder einen Tag lang mit Bäckerhefe-freiem Futter oder mit einem Futter mit lebender Bäckerhefe gefüttert. Jeweils eine dieser Taufliegen wurde dann auf eine sterilisierte, Bäckerhefe-freie Weintrauben-Probe gesetzt. Als Kontrolle dienten Weintrauben-Proben ohne Zugabe von Taufliegen (Tabelle 1).

Tabelle 1 Wachstum von Bäckerhefe auf Weintrauben. Es wurden jeweils zehn Versuche durchgeführt.

Versuchsansatz	Weintrauben-Proben mit Bäckerhefebewuchs
Taufliegen mit Bäckerhefe-freiem Futter	0
Taufliegen mit Bäckerhefe-haltigem Futter	10
Kontrolle ohne Taufliegen	0

Material C: Vermehrung der Taufliege

In weiteren Experimenten wurde der Einfluss der Früchte und der Bäckerhefe auf die Vermehrung der Taufliege untersucht. Dazu wurden vier verschiedene Proben verwendet: Weintrauben, durch Bäckerhefe-Zusatz vergorene Weintrauben, ein Weintrauben-freies Nährmedium für Taufliegen und das durch Bäckerhefe-Zusatz vergorene Nährmedium. Die von diesen Proben abgegebenen Duftstoffe wurden als Geruchsprobe aufgefangen. Jede Geruchsprobe wurde einzeln in einen Windkanal gegeben, in dem sich jeweils 20 Taufliegen befanden. Nach



Name: _____

15 Minuten wurde jeweils die Anzahl der Taufliegen gezählt, die gegen den Wind geflogen und auf der betreffenden Geruchsquelle gelandet waren (Abbildung 1A).

Weiterhin wurde aus den vier Proben jeweils ein Untergrund für die Eiablage hergestellt. Je 20 befruchtete Taufliegenweibchen wurden für 24 Stunden zu den Eiablageuntergründen gegeben und anschließend die abgelegten Eier gezählt (Abbildung 1B).

In einem dritten Experiment wurden zwei Tage alte, Hefe-freie Taufliegen-Larven zum einen auf Weintraubenstücke mit oder ohne Bäckerhefe und zum anderen auf das Nährmedium mit oder ohne Bäckerhefe gelegt. Danach wurde der prozentuale Anteil an Larven bestimmt, die sich bis zur ausgewachsenen Taufliege entwickelten (Abbildung 1C).

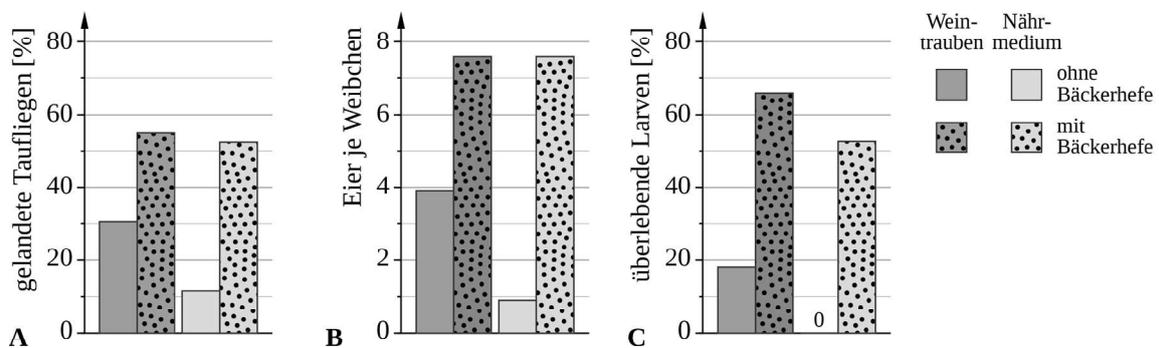


Abbildung 1 Einfluss von Bäckerhefe auf die Vermehrung von Taufliegen. **A** Anteil der Taufliegen, die auf der jeweiligen Geruchsquelle gelandet waren; **B** Anzahl der auf dem jeweiligen Untergrund abgelegten Eier je Weibchen; **C** Anteil der bis zum ausgewachsenen Stadium überlebenden Larven

Material D: Duftstoffe der Hefen

Die Gruppe der Hefen umfasst 83 Gattungen mit etwa 600 Arten. Viele dieser Pilze produzieren Duftstoffe. In einem Versuch wurden sieben verschiedene Hefe-Arten eingesetzt, die phylogenetisch wenig verwandt sind und sich deutlich in ihren Lebensbedingungen unterscheiden: Einige leben auf Früchten, andere auf Insekten, in Milch oder als Krankheitserreger des Menschen. In einem Windkanal-Versuch, wie in Material C beschrieben, wurde untersucht, inwiefern ausgewachsene Taufliegen zu Geruchsproben dieser verschiedenen Hefe-Arten fliegen (Abbildung 2).

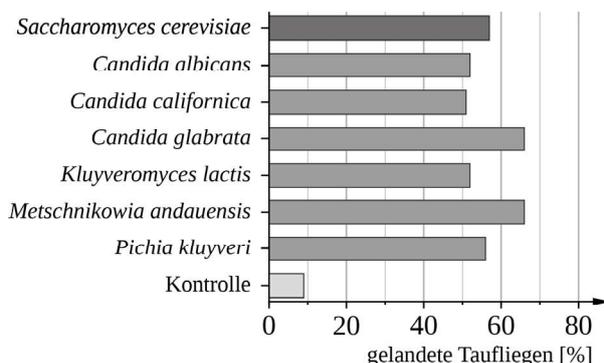


Abbildung 2 Anteil der Taufliegen, die auf der Geruchsprobe der genannten Hefe-Arten gelandet waren. Kontrolle: Probe ohne Duftstoff

Unterlagen für die Lehrkraft

Abiturprüfung 2021

Biologie, Grundkurs

1. Aufgabenart

Bearbeitung einer Aufgabe, die fachspezifisches Material enthält

2. Aufgabenstellung¹

Thema: Obst als Lebensraum

1. Skizzieren Sie auf Basis von Material A ein Nahrungsnetz und geben Sie begründend die zugehörigen Trophieebenen an (Material A). (11 Punkte)
2. Fassen Sie die in Tabelle 1 dargestellten Ergebnisse zusammen und erklären Sie auf dieser Basis die Bedeutung der Taufliege für die Bäckerhefe (Materialien A und B). Beschreiben Sie die in Abbildung 1 dargestellten Ergebnisse und werten Sie diese im Hinblick auf die Bedeutung von Duftstoffen für die Vermehrung der Taufliege aus (Materialien A und C). Prüfen Sie, inwiefern es sich bei der Beziehung zwischen Bäckerhefe und Taufliege um eine Symbiose handelt (Materialien A bis C). (27 Punkte)
3. Geben Sie eine Definition für den Begriff Coevolution an. Fassen Sie die in Abbildung 2 dargestellten Ergebnisse zusammen (Material D) und diskutieren Sie auf Basis aller Materialien, inwiefern die Beziehung zwischen Taufliege und Bäckerhefe auf Coevolution zurückzuführen ist (Materialien A bis D). (16 Punkte)

3. Materialgrundlage

- Material B
Tabelle 1 zusammengefasst nach Becher et al., 2012
- Material C
Abbildung 1 verändert nach Becher et al., 2012, Abb. 3, S. 825
- Material D
Abbildung 2 verändert nach Becher et al., 2018, Abb. 2, S. 2967
- Becher, P. G., Flick, G., Rozpędowska, E., Schmidt, A., Hagman, A., ... Bengtsson, M. (2012). Yeast, not fruit volatiles mediate *Drosophila melanogaster* attraction, oviposition and development. *Functional Ecology*, 26(4), 822–828. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2012.02006.x>

¹ Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

- Becher, P. G., Hagman, A., Verschut, V., Chakraborty, A., Rozpędowska, E., ... Piškur, J. (2018). Chemical signaling and insect attraction is a conserved trait in yeasts. *Ecology and Evolution*, 8(5), 2962–2974. <https://doi.org/10.1002/ece3.3905>

4. Bezüge zum Kernlehrplan und zu den Vorgaben 2021 (Stand: August 2020)

Die Aufgaben weisen vielfältige Bezüge zu den Kompetenzerwartungen und Inhaltsfeldern des Kernlehrplans bzw. zu den in den Vorgaben ausgewiesenen Fokussierungen auf. Im Folgenden wird auf Bezüge von zentraler Bedeutung hingewiesen.

1. *Inhaltsfelder und inhaltliche Schwerpunkte*
 - Ökologie
 - Umweltfaktoren und ökologische Potenz
 - Evolution
 - Grundlagen evolutiver Veränderung
2. *Medien/Materialien*
 - entfällt

5. Zugelassene Hilfsmittel

- GTR (Grafikfähiger Taschenrechner) oder CAS (Computer-Algebra-System)
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

Teilaufgabe 1

Anforderungen		maximal erreichbare Punktzahl
Der Prüfling		
1	<p>skizziert auf Basis von Material A ein Nahrungsnetz, z. B.:</p> <p>(Da die Zebraspringspinne verschiedene Insekten erbeutet, ist eine Kennzeichnung der Schlupfwespe als Nahrung für die Springspinne ebenfalls als korrekt anzusehen.)</p>	5
2	<p>gibt begründend die zugehörigen Trophieebenen an (Material A), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Weinrebe ist als Photosynthese betreibende Pflanze ein Produzent und Nahrungsquelle für verschiedene Lebewesen. • Die drei Pilze Bäckerhefe, Grauschimmel und <i>Penicillium</i> sind Konsumenten erster Ordnung, die den Produzenten als Nahrungsquelle nutzen. • Die Taufliege ist ein Konsument erster und zweiter Ordnung, da sie sowohl Weintrauben als auch den Konsumenten Bäckerhefe frisst. • Die Zebraspringspinne und die Schlupfwespe nutzen die Taufliege als Nahrungsquelle und sind somit Konsumenten zweiter beziehungsweise dritter Ordnung. 	6
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 2

Anforderungen		maximal erreichbare Punktzahl
Der Prüfling		
1	<p>fasst die in Tabelle 1 dargestellten Ergebnisse zusammen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wenn Taufliegen mit Bäckerhefe gefüttert werden, wächst die Bäckerhefe anschließend auf vormals Bäckerhefe-freien Weintrauben. • Die Bäckerhefe wächst aber nicht auf Weintrauben, die keinen Kontakt zu Fliegen hatten oder die von Taufliegen besucht wurden, die nicht mit Bäckerhefe gefüttert wurden. 	4
2	<p>erklärt auf dieser Basis die Bedeutung der Taufliege für die Bäckerhefe (Materialien A und B), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Taufliegen haben die Bäckerhefe auf die Weintrauben übertragen. Die Taufliegen sorgen somit für die Verbreitung der Bäckerhefe auf überreifem Obst. 	2

3	<p>beschreibt die in Abbildung 1 dargestellten Ergebnisse, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Weibliche Taufliegen landeten bevorzugt, zu mehr als 50 %, auf Geruchsquellen, die von Bäckerhefen vergoren wurden. Dabei gab es keinen wesentlichen Unterschied zwischen vergorenen Weintrauben oder Nährmedium. Auf der Geruchsquelle von Weintrauben ohne Bäckerhefe-Zusatz landeten nur etwa 30 % der Taufliegenweibchen, während Nährmedium ohne Bäckerhefe-Zusatz nur von etwa 10 % der Taufliegen angefliegen wurde. • Die Taufliegenweibchen legten sowohl auf den Untergrund aus Weintrauben mit Bäckerhefe-Zusatz als auch auf Nährmedium mit Bäckerhefe-Zusatz etwa acht Eier je Weibchen. Auf Untergrund aus Weintrauben ohne Bäckerhefe legten die Weibchen jeweils nur etwa vier Eier und auf Nährmedium nur etwa ein Ei ab. • Auf Nährmedium und Weintrauben mit Bäckerhefe-Zusatz überleben etwa 50 bis 65 % der Fliegenlarven. Auf Bäckerhefe-freien Weintrauben überlebten nur etwa 20 % der Larven, während auf Nährmedium ohne Bäckerhefe alle Larven starben. 	6
4	<p>wertet diese im Hinblick auf die Bedeutung von Duftstoffen für die Vermehrung der Taufliege aus (Materialien A und C), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Taufliegen-Weibchen konnten im Experiment die verschiedenen Proben anhand des Duftes unterscheiden. Sie bevorzugten für den Anflug und für die Eiablage die Substrate mit Bäckerhefe-Zusatz und vermieden größtenteils das Nährmedium ohne Bäckerhefe, wodurch die Überlebenswahrscheinlichkeit der Larven erhöht wurde. • Taufliegen-Larven fraßen überreife Früchte und die darauf wachsende Bäckerhefe, die für sie lebensnotwendige Aminosäuren, Fette und Vitamine enthielt. Daher wuchsen und überlebten die Larven auf Proben mit Hefezusatz am besten. • Weintrauben ohne Bäckerhefe schienen zumindest einige der lebensnotwendigen Nahrungsbestandteile, die normalerweise mit der Hefe aufgenommen werden, nur in geringem Maße zu enthalten. Als Folge überlebten nur wenige Larven. Dem Nährmedium ohne Bäckerhefe-Zusatz fehlten diese lebensnotwendigen Nahrungsbestandteile vollständig, sodass keine Larven überlebten. • Ein Teil der Taufliegen reagierte auch auf den reinen Fruchtduft ohne Bäckerhefe-Zusatz mit Anflug und Eiablage. Auch dieses Verhalten korrelierte in geringerem Maße mit dem Überleben der Larven. 	6
5	<p>prüft, inwiefern es sich bei der Beziehung zwischen Bäckerhefe und Taufliege um eine Symbiose handelt (Materialien A bis C), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bei einer Symbiose profitieren beide Partner von der Beziehung. • Die Bäckerhefe profitiert von der Taufliege, weil die Taufliege die Bäckerhefe auf neue Nahrungsquellen, also überreifes Obst, überträgt. • Die Taufliege profitiert von der Bäckerhefe, weil die ausgewachsenen Tiere und Larven sie als Nahrungsquelle nutzen. • Da beide Partner in gewissem Umfang von der Beziehung profitieren, kann man von einer Symbiose sprechen. <p><i>(Die Verwendung des Begriffs Mutualismus anstelle von Symbiose ist genauso zu bewerten.)</i></p>	5
6	<p>prüft, inwiefern es sich bei der Beziehung zwischen Bäckerhefe und Taufliege um eine Symbiose handelt (Materialien A bis C), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Taufliegen schädigen einerseits den Pilz durch Fressen, übertragen ihn aber andererseits auf neue Früchte. Für die Bäckerhefe überwiegt dabei vermutlich der Vorteil der Übertragung den Schaden durch das Gefressen-Werden. • Die Bäckerhefe ist nicht ausschließlich auf die Verbreitung durch die Taufliege angewiesen. So können auch andere Tiere, die zwischen verschiedenen Früchten wechseln, wie etwa die Springspinne, die Bäckerhefe übertragen. Zudem kann die Bäckerhefe von verschiedenen Nahrungsquellen leben. 	4

	<ul style="list-style-type: none"> • Weil beide Partner auch unabhängig voneinander leben können, handelt es sich um eine fakultative, also nicht verbindliche, Symbiose. (Aufgrund der lockeren Beziehung zwischen Bäckerhefe und Taufliege ist bei gleicher Argumentation auch das Fazit, dass es sich nicht um eine Symbiose handelt, möglich. Die Verwendung des Begriffs Mutualismus anstelle von Symbiose ist genauso zu bewerten.) 	
7	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	gibt eine Definition für den Begriff der Coevolution an, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Coevolution ist die wechselseitige Beeinflussung der Evolution zweier Arten, die in einer engen Beziehung miteinander stehen, durch gegenseitigen Selektionsdruck. (Gleichwertige, aus dem Unterricht bekannte Definitionen werden entsprechend bewertet. Die Bewertung der folgenden Diskussion unter 3.3 und 3.4 ist entsprechend den unterrichtlichen Voraussetzungen vorzunehmen.) 	2
2	fasst die in Abbildung 2 dargestellten Ergebnisse zusammen (Material D), z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Im Experiment landete die überwiegende Mehrheit der Taufliegen auf den Geruchsproben aller getesteten Hefe-Arten, einschließlich der Bäckerhefe, während die Kontrolle ohne Duftstoffe nur selten angefliegen wurde. 	4
3	diskutiert auf Basis aller Materialien, inwiefern die Beziehung von Taufliege und Bäckerhefe auf Coevolution zurückzuführen ist (Materialien A bis D), z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Die Taufliege nutzt die Bäckerhefe als Nahrungsquelle, wobei der Pilz für die Larvenentwicklung notwendig ist. Somit übt die Bäckerhefe einen Selektionsdruck auf die Taufliege aus. • Die Bäckerhefe wird von der Taufliege auf neuen Nahrungsquellen verbreitet, sodass auch die Taufliege einen Selektionsdruck auf die Bäckerhefe ausübt. • Die Anlockung der Taufliege durch Duftstoffe der Bäckerhefe könnte eine durch den wechselseitigen Selektionsdruck bedingte Angepasstheit der beiden Arten darstellen 	4
4	diskutiert auf Basis aller Materialien, inwiefern die Beziehung von Taufliege und Bäckerhefe auf Coevolution zurückzuführen ist (Materialien A bis D), z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Allerdings locken die Duftstoffe vieler Hefe-Arten Taufliegen an. Dies gilt auch für evolutionär wenig verwandte Hefe-Arten, die unter anderen Lebensbedingungen leben, wie etwa auf Insekten, in Milch oder als Krankheitserreger. • Sowohl die Produktion von Duftstoffen durch die Hefen als auch die Anlockung der Taufliege durch solche Duftstoffe scheinen verbreitete Merkmale der Hefen darzustellen. Diese Merkmale wären somit nicht ein Ergebnis eines spezifischen, wechselseitigen Selektionsdrucks zwischen der Taufliege und der Bäckerhefe. • Demnach handelt es sich nicht um eine Coevolution zwischen der Taufliege und der Bäckerhefe. (Zur Vergabe der vollen Punktzahl müssen sowohl Pro- als auch Kontra-Argumente, die sich aus dem Material ergeben, angeführt werden. Das Fazit muss sich schlüssig aus der individuellen Argumentation ergeben.) 	6
5	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

b) Darstellungsleistung

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
	<ul style="list-style-type: none">• führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus.• strukturiert seine Darstellung sachgerecht.• verwendet eine differenzierte und präzise Sprache.• gestaltet seine Arbeit formal ansprechend.	6